

# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 27 DEC. 2004

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

DOCUMENT DE  
PRIORITÉ  
PRÉSENTÉ OU TRANSMIS  
CONFORMÉMENT À LA RÈGLE  
17.1. a) OU b)

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint-Petersbourg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
www.inpi.fr





26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

**INPI**  
N° 11354\*03

## REQUÊTE EN DÉLIVRANCE page 1/2



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

ID 540 @W/ 210502

Réservé à l'INPI

## REMISE DES PIÈCES

DATE **19 DEC 2003**LIEU **38 INPI GRENOBLE**N° D'ENREGISTREMENT **0315031**

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE  
PAR L'INPI **19 DEC. 2003**

Vos références pour ce dossier **PA1860FR**  
(facultatif)

### NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE

**Cabinet Hecké**  
**World Trade Center - Europole**  
**5, place Robert Schuman**  
**BP 1537**  
**38025 Grenoble Cedex 1**

## Confirmation d'un dépôt par télécopie

☐ N° attribué par l'INPI à la télécopie

## 2 NATURE DE LA DEMANDE

Demande de brevet

Demande de certificat d'utilité

Demande divisionnaire

*Demande de brevet initiale**ou demande de certificat d'utilité initiale*Transformation d'une demande de  
brevet européen *Demande de brevet initiale*

## Cochez l'une des 4 cases suivantes



## 3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)

**Microcomposant à cavité hermétique comportant un bouchon et procédé de  
fabrication d'un tel microcomposant**

### 4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE

Pays ou organisation

Date

N°

Pays ou organisation

Date

N°

Pays ou organisation

Date

N°

☐ S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»

## 5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)

☒ Personne morale☐ Personne physiqueNom  
ou dénomination sociale

Prénoms

Forme juridique

N° SIREN

Code APE-NAF

**Commissariat à l'Energie Atomique**

Etablissement Public de Caractère scientifique, technique et industriel

**31- 33 rue de la Fédération**

Domicile

Rue

ou  
siège

Code postal et ville

**75752 Paris**

Pays

Nationalité

**française**

N° de téléphone (facultatif)

N° de télécopie (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

☐ S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»Remplir impérativement la 2<sup>ème</sup> page

REMISE DES PIÈCES

Réservé à l'INPI

DATE

**19 DEC 2003**

LIEU

**38 INPI GRENOBLE**

N° D'ENREGISTREMENT

**0315031**

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

**PA1860FR**

DB 540 W / 210502

**6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)**

Nom

**Hecké**

Prénom

**Gérard**

Cabinet ou Société

**Cabinet Hecké (S.A.)**

**Jouvray**

**Marie-Andrée**

N° de pouvoir permanent et/ou  
de lien contractuel

Adresse

Rue

**World Trade Center - Europole**

Code postal et ville

**5, place Robert Schuman - BP 1537**

Pays

**France**

N° de téléphone (facultatif)

**04 76 84 95 45**

N° de télécopie (facultatif)

**04 76 84 95 48**

Adresse électronique (facultatif)

**hecke@dial.oleane.com**

**7 INVENTEUR (S)**

**Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques**

Les demandeurs et les inventeurs  
sont les mêmes personnes

☐ Oui

☒ Non : **Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)**

**8 RAPPORT DE RECHERCHE**

**Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)**

Établissement immédiat  
ou établissement différé

☒

☐

Paiement échelonné de la redevance  
(en deux versements)

**Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt**

☐ Oui

☒ Non

**9 RÉDUCTION DU TAUX  
DES REDEVANCES**

**Uniquement pour les personnes physiques**

☐ Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition)

☐ Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG

**10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES  
ET/OU D'ACIDES AMINÉS**

☐ Cochez la case si la description contient une liste de séquences

Le support électronique de données est joint

☐

La déclaration de conformité de la liste de  
séquences sur support papier avec le  
support électronique de données est jointe

☐

Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite»,  
indiquez le nombre de pages jointes

**11 SIGNATURE DU DEMANDEUR  
OU DU MANDATAIRE  
(Nom et qualité du signataire)**

**Gérard Hecké**  
**CPI 95-1201**

**Marie-Andrée Jouvray**  
**CPI 01-0410**

**VISA DE LA PRÉFECTURE  
OU DE L'INPI**

*C. N.*

## Microcomposant à cavité hermétique comportant un bouchon et procédé de fabrication d'un tel microcomposant

### 5 Domaine technique de l'invention

L'invention concerne un microcomposant comportant une microcavité hermétique, délimitée par un capot dans lequel est formé au moins un orifice, et, sur le capot, une couche de bouchage rendant la microcavité hermétique.

10

### État de la technique

15 L'encapsulation hermétique des microsystèmes électromécaniques est nécessaire pour plusieurs raisons. La poussière et l'humidité peuvent, notamment, perturber le fonctionnement des parties mobiles et les contacts électriques peuvent être dégradés par l'oxygène de l'air ambiant.

20 Classiquement, les microsystèmes électromécaniques sont enfermés dans une microcavité hermétique délimitée par un capot. Un procédé de fabrication connu d'un capot hermétique est représenté sur les figures 1 et 2. Les microsystèmes électromécaniques 1 sont généralement disposés sur un substrat 2. Comme représenté à la figure 1, le capot est formé, sur le substrat 2 et sur une couche sacrificielle 3 formée sur le substrat 2 et sur les microsystèmes 1, par une  
25 couche solide 4 dans laquelle est formé un orifice 5 ou, éventuellement, plusieurs orifices 5. Puis, la couche sacrificielle 3 est enlevée par l'intermédiaire de l'orifice 5, de manière à obtenir une microcavité 6, comme représenté à la figure 2. Ensuite, une couche de bouchage 7, est déposée sur la couche solide 4 constituant le capot, de manière à rendre la microcavité 6 hermétique.

La fabrication par l'intermédiaire d'une couche sacrificielle 3 présente, entre autres, deux problèmes, à savoir une herméticité insuffisante et une durée importante de l'étape de retrait de la couche sacrificielle 3, en particulier dans le cas de capots 4 de taille importante.

En effet, afin d'assurer un bouchage hermétique du capot 4, les orifices 5 sont typiquement de petite taille et localisés dans des zones de faible épaisseur de la couche sacrificielle 3, et en conséquence de la microcavité 6, comme représenté à la figure 1. Typiquement, l'épaisseur de la couche sacrificielle 3 à l'emplacement de l'orifice 5, dans une zone périphérique de la microcavité 6, est de l'ordre de 0,3 microns, tandis que l'épaisseur de la couche sacrificielle 3 recouvrant les microsystèmes électromécaniques 1 est de l'ordre de 10 microns. L'étape de gravure de la couche sacrificielle 3 est alors longue et difficile. Cet inconvénient est d'autant plus prononcé que, pour assurer au mieux le bouchage, l'épaisseur de la couche sacrificielle 3 à l'emplacement de l'orifice 5 est réduite, parfois en dessous de 0,2 microns.

## Objet de l'invention

L'invention a pour but de remédier à ces inconvénients et, en particulier, d'assurer l'herméticité d'une microcavité tout en réduisant la durée du procédé de fabrication de la microcavité.

Selon l'invention, ce but est atteint par le fait que le microcomposant comporte, sous la couche de bouchage, un bouchon recouvrant l'orifice et une partie du capot sur la périphérie de l'orifice, le matériau du bouchon étant un matériau susceptible de se déformer par fluage.

Selon un premier mode de réalisation préférentiel, le matériau susceptible de se déformer par fluage est un matériau polymérisé, notamment choisi parmi les résines photosensibles et le polyimide.

5

Selon un second mode de réalisation préférentiel, le matériau susceptible de se déformer par fluage est un verre, notamment choisi parmi les verres de phosphosilicate.

10 L'orifice peut avoir une dimension inférieure à 5 micromètres et l'épaisseur du bouchon peut être comprise entre 2 et 6 micromètres.

L'orifice est, de préférence, disposé sur une partie sommitale de la microcavité.

15 L'invention a également pour but un procédé de fabrication d'une microcavité hermétique d'un microcomposant, comportant successivement

- le dépôt, sur un substrat, d'une couche sacrificielle,
- le dépôt, sur le substrat et sur la couche sacrificielle, d'une couche constituant le capot,
- 20 - la gravure, dans le capot, d'au moins un orifice débouchant sur la couche sacrificielle,
- l'enlèvement de la couche sacrificielle, à travers l'orifice, de manière à créer la microcavité,
- le dépôt de la couche de bouchage, de manière à rendre la
- 25 microcavité hermétique,

procédé comportant, après enlèvement de la couche sacrificielle et avant dépôt de la couche de bouchage, le dépôt du bouchon recouvrant l'orifice et une partie du capot sur la périphérie de l'orifice.

Selon un mode de réalisation particulier, le bouchon étant en verre de phosphosilicate, le bouchon est obtenu par un procédé sol gel ou par pulvérisation cathodique.

- 5 Selon un développement de l'invention, le bouchon est constitué par un matériau poreux et, par exemple, un polymère poreux.

- 10 Selon un mode de réalisation particulier, le matériau poreux étant une résine photosensible, le procédé comporte une étape de recuit à haute température et une étape de pompage du gaz contenu dans la microcavité, à travers le matériau poreux, avant le dépôt de la couche de bouchage.

### **Description sommaire des dessins**

- 15 D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre de modes particuliers de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemples non limitatifs et représentés aux dessins annexés, dans lesquels :

- 20 Les figures 1 et 2 représentent deux étapes d'un procédé de fabrication d'un microcomposant selon l'art antérieur.

- 25 Les figures 3 à 6 représentent, en coupe, quatre étapes successives d'un mode de réalisation particulier d'un procédé de fabrication d'un microcomposant selon l'invention.

Les figures 7 et 8 représentent, respectivement en vue de dessus et en coupe selon l'axe A-A, l'étape précédant le dépôt de la couche de bouchage d'un autre mode de réalisation particulier d'un procédé de fabrication d'un microcomposant selon l'invention.



La figure 9 représente une étape de pompage d'un mode de réalisation particulier d'un procédé de fabrication d'un microcomposant selon l'invention.

## 5 Description de modes particuliers de réalisation

Comme représenté sur les figures 3 et 4, l'orifice 5 gravé dans le capot 4 et débouchant sur la couche sacrificielle 3 est, de préférence, disposé sur une partie sommitale de la microcavité 6, c'est-à-dire à un emplacement où la  
10 couche sacrificielle 3 a une épaisseur maximale, par exemple de l'ordre de 8 à 10 microns. Ainsi, la durée de l'étape ultérieure de création de la microcavité 6 par enlèvement de la couche sacrificielle 3, à travers l'orifice 5, représentée à la figure 4, est diminuée sensiblement par rapport à l'art antérieur.

15 Sur la figure 5, un bouchon 8 est déposé, après enlèvement de la couche sacrificielle 3 et avant dépôt de la couche de bouchage 9, de manière à recouvrir l'orifice 5 et une partie du capot 4 sur la périphérie de l'orifice 5. Le matériau du bouchon 8 est un matériau susceptible de se déformer par fluage.  
20 Dans un premier mode de réalisation, le matériau susceptible de se déformer par fluage est un matériau polymérisé, notamment choisi parmi les résines photosensibles et le polyimide. Dans un second mode de réalisation, le matériau susceptible de se déformer par fluage est un verre, notamment choisi parmi les verres de phosphosilicate. Ces matériaux permettent de boucher l'orifice 5 sans  
25 pour autant entrer dans la microcavité 6. De plus, ces matériaux supportent les conditions de dépôt de la couche de bouchage 9 destinée à rendre la microcavité 6 hermétique, comme représenté à la figure 6. L'épaisseur du bouchon 8 est, de préférence, comprise entre 2 et 6 micromètres.

Le bouchon peut être réalisé par le dépôt d'une solution de polymère visqueuse recouvrant le capot 4, suivi par la gravure de la couche ainsi obtenue pour délimiter latéralement le bouchon 8.

- 5 Dans un autre mode de réalisation, le bouchon 8 peut être réalisé par un procédé de type sol gel ou par pulvérisation cathodique, de manière à obtenir, par exemple, un verre de phosphosilicate («PSG : phosphosilicate glass»).

- 10 Comme représenté aux figures 5 et 6, le bouchon 8 peut avoir des flancs 10 inclinés, ce qui permet d'améliorer l'adhésion de la couche de bouchage 9 déposée sur le bouchon 8 et, ainsi, d'assurer un bouchage hermétique sans risque de faille.

- 15 Afin d'empêcher un dépôt du matériau constituant le bouchon 8 à l'intérieur de la microcavité 6, l'orifice 5 a, de préférence, une dimension inférieure à 5 micromètres. L'orifice 5 peut, par exemple, avoir une section sensiblement rectangulaire de  $3\mu\text{m}$  par  $5\mu\text{m}$ . La gravure de la couche sacrificielle 3 étant ralentie par la réduction de la taille de l'orifice 5, le microcomposant comporte, de préférence, une pluralité d'orifices 5, notamment dans le cas d'un capot 4 de
- 20 taille importante. Sur les figures 7 et 8, par exemple, six orifices 5 sont agencés sur deux lignes comportant chacune trois orifices 5. Chacun des orifices 5 est bouché par un bouchon 8 associé, recouvrant l'orifice 5 correspondant et une partie du capot 4 sur la périphérie de l'orifice 5, par exemple sur une surface de  $20\mu\text{m}$  par  $15\mu\text{m}$ .

25

Le bouchon 8 n'est pas nécessairement hermétique. En particulier, le bouchon peut être constitué par un matériau poreux, par exemple par un polymère poreux. Le matériau poreux est, par exemple, une résine photosensible, recuite à une température supérieure à  $300^{\circ}\text{C}$ . Comme illustré à la figure 9, un bouchon

8 poreux permet de pomper du gaz contenu dans la microcavité 6, à travers le matériau poreux, avant le dépôt de la couche de bouchage 9. Ceci permet de contrôler la pression et la nature du gaz à l'intérieur de la microcavité 6 lors de l'étape de bouchage.

5

Le matériau de la couche sacrificielle 3 peut être un polymère, par exemple du polyimide ou une résine photosensible, permettant une gravure rapide, par exemple une gravure sèche, ou un matériau obtenu par un procédé de type sol gel. Le capot 4 et la couche de bouchage 9 peuvent être en dioxyde de silicium ( $\text{SiO}_2$ ), en nitrure de silicium ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) ou en métal. Le capot 4 peut, par exemple, être réalisé par un dépôt de dioxyde de silicium ayant, par exemple, une épaisseur de 1,5 microns. La couche de bouchage 9 est, de préférence, réalisée par un dépôt de nitrure de silicium d'une épaisseur de 2 microns, par exemple.

10

15 L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation particuliers représentés. En particulier, le nombre d'orifices 5 peut être quelconque. Il est éventuellement possible d'associer une même couche, constituant plusieurs bouchons 8, à plusieurs orifices 5.

20

## Revendications

1. Microcomposant comportant une microcavité (6) hermétique, délimitée par un capot (4) dans lequel est formé au moins un orifice (5), et, sur le capot (4),  
5 une couche de bouchage (9) rendant la microcavité (6) hermétique, microcomposant caractérisé en ce qu'il comporte, sous la couche de bouchage (9), un bouchon (8) recouvrant l'orifice (5) et une partie du capot (4) sur la périphérie de l'orifice (5), le matériau du bouchon (8) étant un matériau susceptible de se déformer par fluage.
- 10 2. Microcomposant selon la revendication 1, caractérisé en ce que le matériau susceptible de se déformer par fluage est un matériau polymérisé.
- 15 3. Microcomposant selon la revendication 2, caractérisé en ce que le matériau polymérisé est choisi parmi les résines photosensibles et le polyimide.
4. Microcomposant selon la revendication 1, caractérisé en ce que le matériau susceptible de se déformer par fluage est un verre.
- 20 5. Microcomposant selon la revendication 4, caractérisé en ce que le verre est choisi parmi les verres de phosphosilicate.
6. Microcomposant selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'orifice (5) a une dimension inférieure à 5 micromètres.
- 25 7. Microcomposant selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'orifice (5) est disposé sur une partie sommitale de la microcavité (6).

8. Microcomposant selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comporte une pluralité d'orifices (5).

9. Microcomposant selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'épaisseur du bouchon (8) est comprise entre 2 et 6 micromètres.

10. Microcomposant selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le bouchon (8) comporte des flancs (10) inclinés.

11. Procédé de fabrication d'une microcavité (6) hermétique d'un microcomposant selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, comportant successivement

- le dépôt, sur un substrat (2), d'une couche sacrificielle (3),
- le dépôt, sur le substrat (2) et sur la couche sacrificielle (3), d'une couche constituant le capot (4),
- la gravure, dans le capot (4), d'au moins un orifice (5) débouchant sur la couche sacrificielle (3),
- l'enlèvement de la couche sacrificielle (3), à travers l'orifice (5), de manière à créer la microcavité (6),
- le dépôt de la couche de bouchage (9), de manière à rendre la microcavité (6) hermétique,

procédé caractérisé en ce qu'il comporte, après enlèvement de la couche sacrificielle (3) et avant dépôt de la couche de bouchage (9), le dépôt du bouchon (8) recouvrant l'orifice (5) et une partie du capot (4) sur la périphérie de l'orifice (5).

12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que, le bouchon-(8) étant en verre de phosphosilicate, le bouchon (8) est obtenu par un procédé choisi parmi les procédés sol gel et la pulvérisation cathodique.

5 13. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que le bouchon (8) est constitué par un matériau poreux.

10 14. Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce que, le matériau poreux étant une résine photosensible, le procédé comporte une étape de recuit à haute température.

15 15. Procédé selon l'une des revendications 13 et 14, caractérisé en ce que le procédé comporte une étape de pompage du gaz contenu dans la microcavité (6), à travers le matériau poreux, avant le dépôt de la couche de bouchage (9).

1/4

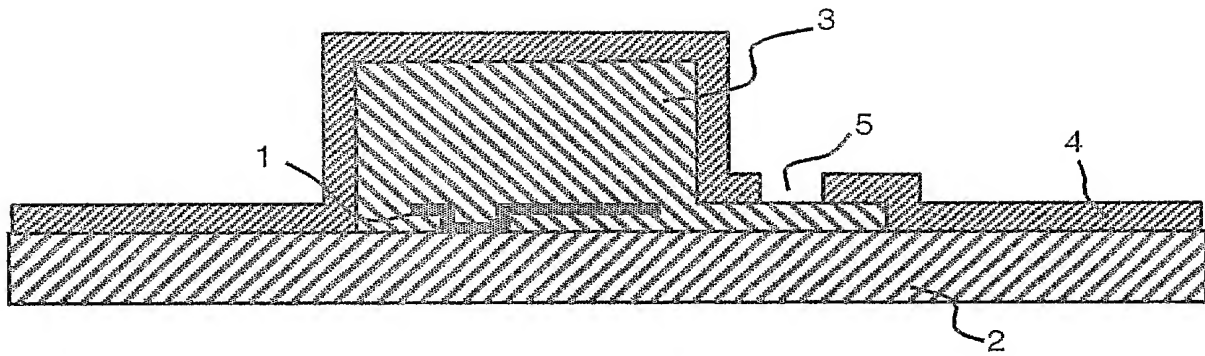


Figure 1 (Art antérieur)

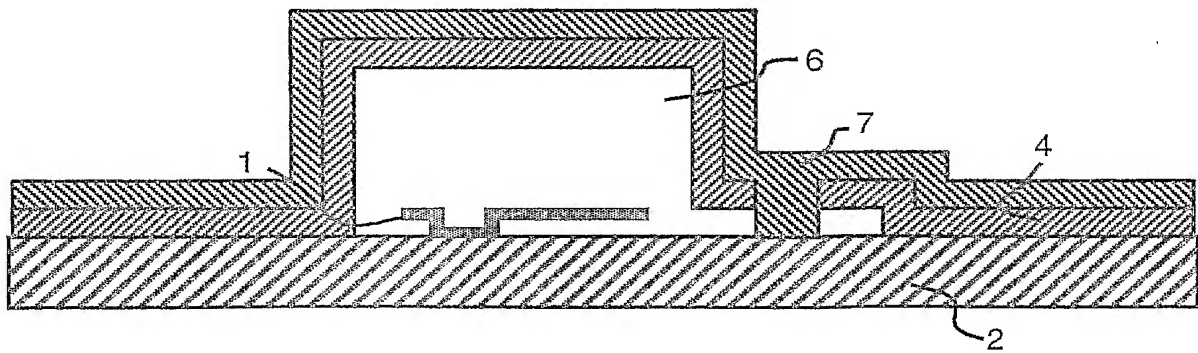


Figure 2 (Art antérieur)

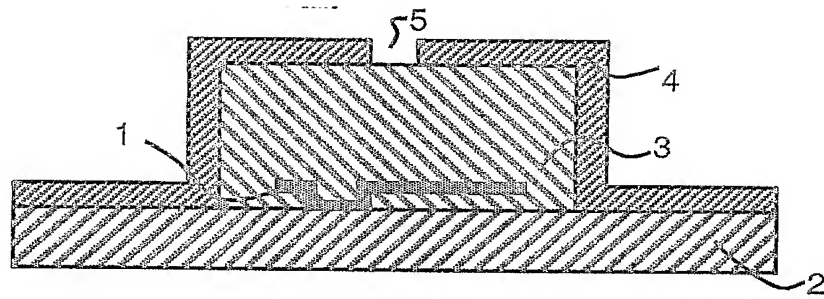


Figure 3

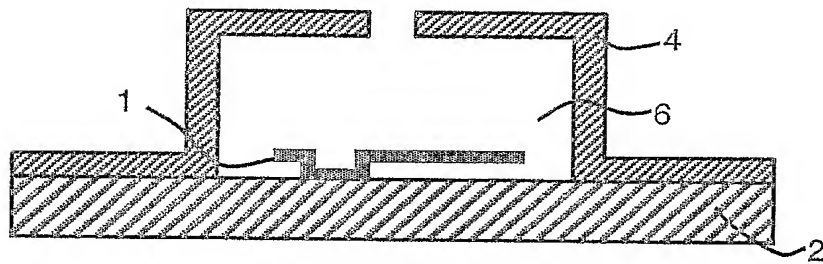


Figure 4

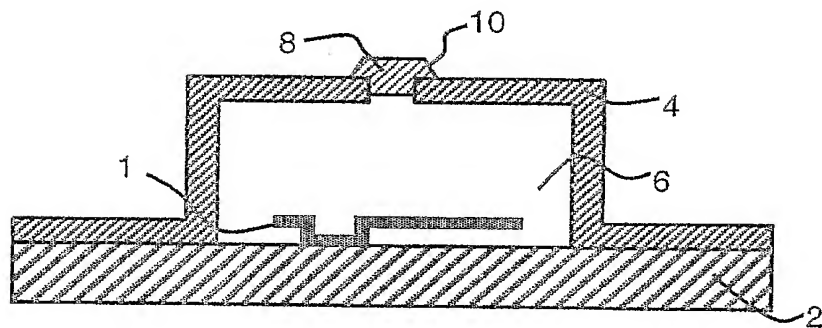


Figure 5



3/4

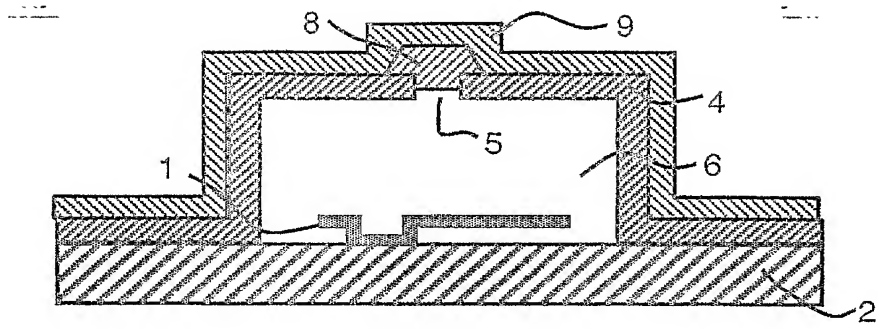


Figure 6

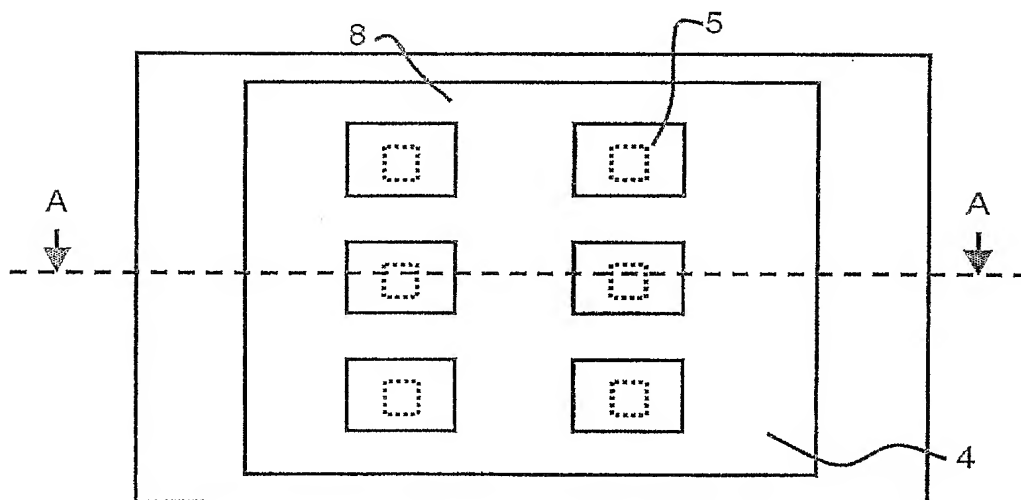


Figure 7

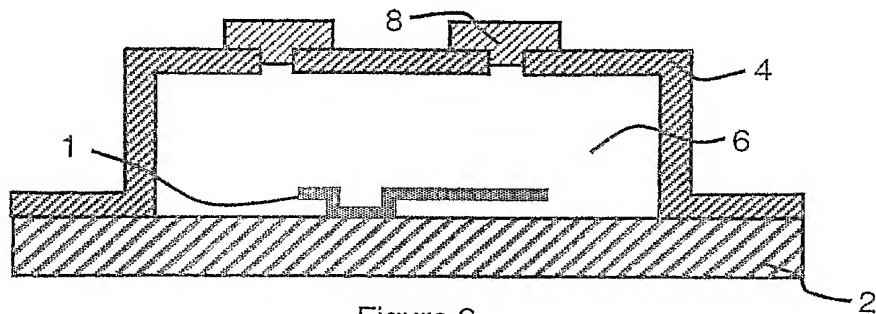


Figure 8

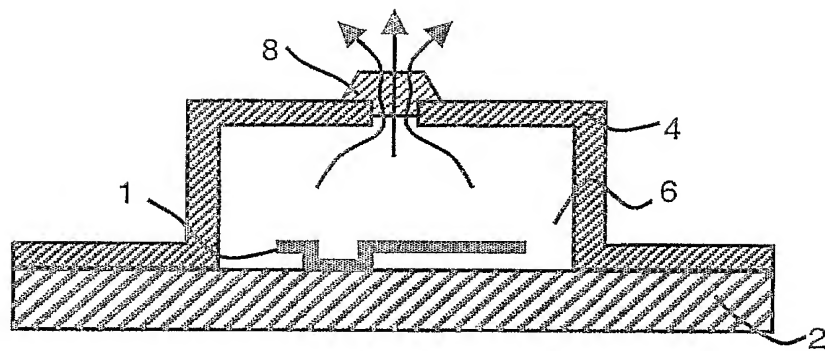


Figure 9

reçue le 02/02/04

# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

**INPI**  
N° 11235\*03

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

**DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S)** Page N° 1/ 1

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 @ W / 270601

<b>Vos références pour ce dossier (facultatif)</b>		<b>PA1860FR</b>
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL</b>		<b>03 150 31</b>
<b>TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum)		
Microcomposant à cavité hermétique comportant un bouchon et procédé de fabrication d'un tel microcomposant		
<b>LE(S) DEMANDEUR(S) :</b> Commissariat à l'Energie Atomique		
<b>DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :</b>		
<b>1</b>	Nom	Robert
	Prénoms	Philippe
Adresse	Rue	9, rue Louis Vidal
	Code postal et ville	38100 Grenoble
Société d'appartenance (facultatif)		
<b>2</b>	Nom	
	Prénoms	
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Société d'appartenance (facultatif)		
<b>3</b>	Nom	
	Prénoms	
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Société d'appartenance (facultatif)		
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.		
<b>DATE ET SIGNATURE(S)</b> <b>DU (DES) DEMANDEUR(S)</b> <b>OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)		
Gérard Hecké CPI 95-1201		Marie-Andrée Jouvray CPI 01-0410

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_